

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-147631

(43)Date of publication of application : 07.06.1996

(51)Int.Cl.

G11B 5/39

(21)Application number : 06-281937

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 16.11.1994

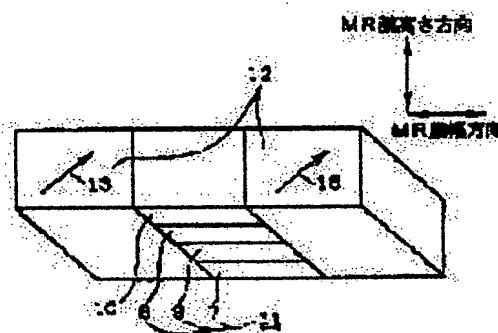
(72)Inventor : NAKAMOTO KAZUHIRO
KAWATO YOSHIKI
HOSHIIYA HIROYUKI
AIHARA MAKOTO

(54) MAGNETIC RECORDING AND REPRODUCING APPARATUS

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a magnetic recording and reproducing apparatus which is provided with a high-output magnetic head and which is suitable for a high-density recording operation.

CONSTITUTION: A spin valve(SV) film 11 which is composed of three layers, i.e., a free layer 7, a fixed layer 8 and a nonmagnetic conductor film 9, and an exchange film 10 are patterned respectively to be a prescribed width and a prescribed height. One pair of biased films 12 which are composed of a CoPt-based alloy permanent magnet film are arranged on the right and the left so as to be adjacent to the SV film 11 and the exchange film 10. In an SV head, the magnetization direction 13 of the biased films 12 is directed toward the right obliquely upper part so as to have two components as the width direction of a magnetoresistance(MR) film and the height direction of the MR film. The height of the SV film 11 and the exchange film 10 is made equal to the height of the biased films 12. The biased films 12 fulfill the role of one pair of electrodes which are bonded electrically to the SV film 11.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-147631

(43)公開日 平成8年(1996)6月7日

(51)Int.Cl.⁶

G 1 1 B 5/39

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平6-281937

(22)出願日 平成6年(1994)11月16日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 中本 一広

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 川戸 良昭

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 星屋 裕之

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)

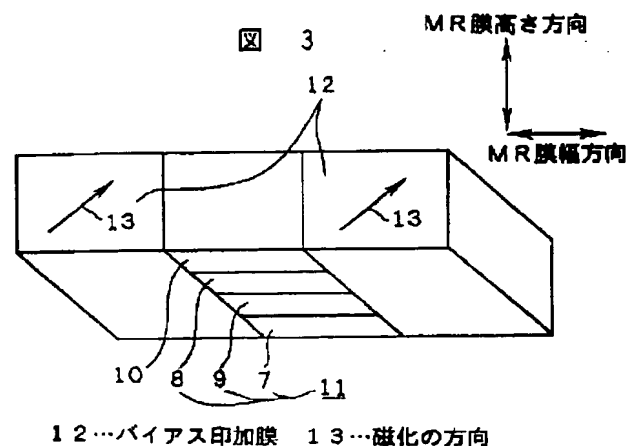
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気記録再生装置

(57)【要約】

【目的】出力の高い磁気ヘッドを有し、高記録密度に適した磁気記録再生装置を提供する。

【構成】自由層膜7、固定層膜8及び非磁性導体膜9の3層からなるスピバルブ(SV)膜11、並びに交換膜10が、所定の幅及び高さパターンニングされており、CoPt系合金の永久磁石膜からなるバイアス印加膜12が、SV膜11及び交換膜10隣接して左右に一对配置しているSVヘッドにおいて、バイアス印加膜12の磁化の方向13を右斜め上方向に向かせて、磁気抵抗効果(MR)膜幅方向とMR膜高さ方向の二成分を持たせてあり、SV膜11及び交換膜10の高さとバイアス印加膜12の高さを等しくしてあり、バイアス印加膜12は、SV膜11と電氣的に接合する一对の電極の役割も果たしている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 信号を磁氣的に記録する記録媒体と、前記記録媒体から漏洩する磁界の変化を再生信号に変換する磁気ヘッドとを備え、前記磁気ヘッドが、所定の大きさにパターンニングされた単層膜又は多層膜からなる磁気抵抗効果膜と、前記磁気抵抗効果膜に電氣的に接合する一対の電極と、前記磁気抵抗効果膜を前記磁気抵抗効果膜の幅方向に磁区制御するバイアス印加膜とを、少なくとも有している磁気抵抗効果型ヘッドである磁気記録再生装置において、前記バイアス印加膜における磁化の方向、又は磁氣的な異方性の方向が、前記磁気抵抗効果膜の幅方向と、この幅方向に直交する前記磁気抵抗効果膜の高さ方向との二成分を有するように、前記バイアス印加膜に斜め方向に着磁していることを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項 2】 前記磁気抵抗効果膜が、前記磁気抵抗効果膜に流れる電流の方向と、前記磁気抵抗効果膜の磁化方向とのなす角度によって抵抗が変化する異方性磁気抵抗効果膜であり、前記バイアス印加膜が反強磁性体膜からなり、このバイアス印加膜を、前記磁気抵抗効果膜の左右両端部に一対、及び前記磁気抵抗効果膜の上又は下に、それぞれ積層して配置している請求項 1 記載の磁気記録再生装置。

【請求項 3】 前記磁気抵抗効果膜において、一対の前記バイアス印加膜によって仕切られて形成されている感磁部の幅が、 $2\mu\text{m}$ 未満である請求項 2 記載の磁気記録再生装置。

【請求項 4】 前記磁気抵抗効果膜が、自由層膜／非磁性導体膜／固定層膜という構成を少なくとも一つは有し、前記自由層膜と前記固定層膜は強磁性体膜からなり、前記固定層膜の磁化方向は固定され、前記自由層膜

$$\theta = \arctan(L/h \cdot \alpha \cdot \beta) \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 β は、

$$\beta = (Bs_2 \cdot t_2) / (Bs_1 \cdot t_1) \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 L は左右に一対配置している前記バイアス印加膜の間隔、 h は前記磁気抵抗効果膜の高さ、 α は磁界に及ぼす形状因子であり、 $1 \leq \alpha \leq 3$ である。また、 Bs_1 、 t_1 は前記自由層膜の飽和磁束密度、膜厚を、また、 Bs_2 、 t_2 は前記固定層膜の飽和磁束密度、膜厚をそれぞれ示す。

【請求項 9】 前記磁気抵抗効果膜が、前記固定層膜／前記非磁性導体膜／前記自由層膜／前記非磁性導体膜／前記固定層膜という構成を有する請求項 4 又は請求項 5 記載の磁気記録再生装置。

【請求項 10】 信号を磁氣的に記録する記録媒体と、前記記録媒体から漏洩する磁界の変化を再生信号に変換する磁気ヘッドとを備え、前記磁気ヘッドが、所定の大きさにパターンニングされた単層膜又は多層膜からなる磁気抵抗効果膜と、前記磁気抵抗効果膜に電氣的に接合する一対の電極と、前記磁気抵抗効果膜を前記磁気抵抗

の磁化方向は磁界に対して回転し、前記自由層膜と前記固定層膜との各磁化方向のなす角度により抵抗が変化する多層膜であり、前記バイアス印加膜が反強磁性体膜からなり、このバイアス印加膜を前記自由層膜の左右両端部に一対、前記自由層膜の上又は下に積層して配置している請求項 1 記載の磁気記録再生装置。

【請求項 5】 前記磁気抵抗効果膜が、自由層膜／非磁性導体膜／固定層膜という構成を少なくとも一つは有し、前記自由層膜と前記固定層膜は強磁性体膜からなり、前記固定層膜の磁化方向は固定され、前記自由層膜の磁化方向は磁界に対して回転し、前記自由層膜と前記固定層膜との各磁化方向のなす角度により抵抗が変化する多層膜であり、前記バイアス印加膜が永久磁石膜、又は反強磁性体膜と強磁性体膜との積層膜からなり、このバイアス印加膜を前記磁気抵抗効果膜に隣接するように、左右に一対配置している請求項 1 記載の磁気記録再生装置。

【請求項 6】 前記バイアス印加膜の高さが、前記磁気抵抗効果膜とほぼ同一の高さを有している請求項 5 記載の磁気記録再生装置。

【請求項 7】 前記バイアス印加膜における前記磁気抵抗効果膜に最も近接している個所の高さが、前記磁気抵抗効果膜とほぼ同一の高さを有している請求項 5 記載の磁気記録再生装置。

【請求項 8】 前記バイアス印加膜における磁化の方向、又は磁氣的な異方性の方向が、前記磁気抵抗効果膜の幅方向に対して、下記の式を満たす θ 度、又は $\theta + 90$ 度、 $\theta + 180$ 度、若しくは $\theta + 270$ 度である請求項 4 又は 5 記載の磁気記録再生装置。

【数 1】

【数 2】

効果膜の幅方向に磁区制御するバイアス印加膜とを、少なくとも有している磁気抵抗効果型ヘッドである磁気記録再生装置において、前記磁気抵抗効果膜が、自由層膜／非磁性導体膜／固定層膜という構成を少なくとも一つは有し、前記自由層膜と前記固定層膜は強磁性体膜からなり、前記固定層膜の磁化方向は固定され、前記自由層膜の磁化方向は磁界に対して回転し、前記自由層膜と前記固定層膜との各磁化方向のなす角度により抵抗が変化する多層膜であり、永久磁石膜、又は反強磁性体膜と強磁性体膜との積層膜からなり、前記磁気抵抗効果膜に隣接するように、左右に一対配置しているバイアス印加膜である第 1 のバイアス印加膜と、永久磁石膜、又は反強磁性体膜と強磁性体膜との積層膜からなり、磁化方向、又は磁氣的な異方性の方向が、少なくとも前記磁気抵抗効果膜の高さ方向成分を持ち、前記磁気抵抗効果膜の上又は下に積層して配置しているバイアス印加膜である第

2のバイアス印加膜とを有することを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項11】 前記第2のバイアス印加膜の高さを、前記磁気抵抗効果膜の高さにほぼ等しくし、前記第2のバイアス印加膜の幅を、前記磁気抵抗効果膜の幅の約2倍以上に広くしている請求項10記載の磁気記録再生装置。

【請求項12】 前記第1のバイアス印加膜における前記磁気抵抗効果膜に最も近接している部分の高さを、前記磁気抵抗効果膜の高さにほぼ等しくしている請求項10記載の磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、磁気抵抗効果膜(以後、MR膜と略称)を用いた磁気ヘッドを備えた磁気記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年の磁気記録再生装置の大容量化、小型化に伴って、磁気記録再生装置には再生出力の高い、磁気抵抗効果ヘッド(以後、MRヘッドと略称)を搭載するようになった。

【0003】MRヘッドは、その動作原理によって、異方性MR膜を有するヘッド(以後、AMRヘッドと略称)と、多層膜を有するヘッド(以後、GMRヘッドと略称)との2種類に区別されている。

【0004】AMRヘッドについては、磁気ヘッドと磁気記録(松本光功著、総合電子出版社、182～190ページ)に記載されており、また、GMRヘッドについては、フィジカル レビュー レターズ、61巻、1988年、2472～2745ページ(Physical Review Letters、Vol. 61(1988) p. 2472～2745)に開示されている。

【0005】また、GMRヘッドを発展させた一例として、スピンプルヘッド(以後、SVヘッドと略称)が、ダイジェスト オブ ティー・エム・アール・シー、1993年、B5(Digests of TMRC、1993、B5)に開示されている。

【0006】AMRヘッドでは、線形性のよい、大きな出力信号を得るため、MR膜高さ方向に適当なバイアス磁界を印加することにより、MR膜の磁化方向を斜め方向に向ける必要のあることが従来から知られており、この実施手段の一例が、上述の「磁気ヘッドと磁気記録」に記載されている。また、MR膜の磁区の不安定性に起因するバルクハウゼンノイズの発生を抑制するため、MR膜幅方向にバイアスを印加し、磁区制御をするバイアス印加膜を備える必要があることも公知であり、この実施手段は、例えば特開平3-125311号公報に開示されている。

【0007】また、AMRヘッドでは、反強磁性体膜からなるバイアス印加膜の磁気的な異方性の方向が、MR

膜幅方向であることが、例えば、アイトリブリー トランズアクション マガジン、29巻、6号、1993年、3811ページ(IEEE Trans. Magn.、Vol. 29、No. 6、1993、p. 3811)に開示されている。

【0008】一方、SVヘッドでも、AMRヘッド同様にMR膜高さ方向のバイアス磁界を適切にするための電流の作る磁界と、自由層膜と固定層膜との間の層間結合による磁界と、固定層膜から生じる反磁界との3種の磁界のバランスをとることにより、自由層膜の磁化方向をMR膜幅方向に向けることが、高出力化に際して重要であることが、前述の「ダイジェスト オブ ティー・エム・アール・シー」に開示されている。また、バルクハウゼンノイズの発生を抑制するため、MR膜幅方向にバイアスを印加し、磁区制御をするバイアス印加膜が、AMRヘッド同様に必要であることも公知である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】AMRヘッドの場合、磁気記録再生装置の大容量化に伴って、トラック幅が狭くなるが、このときには、公知の技術では、単位トラック幅当たりの再生出力が低くなり、装置が動作するための出力が不足するという問題があった。これは、トラック幅が狭くなると、MR幅方向のバイアス印加膜の影響が強く出過ぎて、MR膜高さ方向のバイアスが十分に加わらないためである。

【0010】また、SVヘッドの場合、公知の技術では、MR膜高さ方向のバイアス磁界は前述の3種の磁界のバランスで決められる。しかし、この3種の磁界とも、現状では制御しにくい。すなわち、SVヘッドに流す電流値の上限値及び下限値は、磁気記録再生装置が動作するための出力を満足し、かつヘッドの寿命を保証するという必要条件から、それぞれ決められる。したがって、電流の作る磁界は、ある範囲内に限られる。また、自由層膜と固定層膜との間に働く層間結合磁界は、自由層膜/非磁性導体膜/固定層膜からなる多層膜の固有値なので、大きく変化させることは困難である。更に、固定層膜の膜厚を制度良く製造できないので、この多層膜を作る場合に制約を伴う。したがって、固定層膜の作る反磁界の大きさは、ある限られた範囲内に限定される。

【0011】以上のように、上述の3種の磁界は、ある限られた範囲内でしか制御できない。そのため、SVヘッドの場合、公知の技術では、MR膜高さ方向のバイアス磁界を適正に保つことができる範囲は、小さく限られていた。

【0012】本発明の目的は、出力が高く、MR膜高さ方向のバイアス磁界を適正に保つことができ、製造が容易なMRヘッドを具備した、高記録密度の磁気記録再生装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的は、次のように

して達成することができる。

【0014】(1)信号を磁氣的に記録する記録媒体と、記録媒体から漏洩する磁界の変化を再生信号に変換する磁気ヘッドとを備え、磁気ヘッドが、所定の大きさにパターンニングされた単層膜又は多層膜からなる磁気抵抗効果膜と、磁気抵抗効果膜に電氣的に接合する一対の電極と、磁気抵抗効果膜を磁気抵抗効果膜の幅方向に磁区制御するバイアス印加膜とを、少なくとも有している磁気抵抗効果型ヘッドである磁気記録再生装置において、バイアス印加膜における磁化の方向、又は磁氣的な異方性の方向が、磁気抵抗効果膜の幅方向と、この幅方向に直交する磁気抵抗効果膜の高さ方向との二成分を有するように、バイアス印加膜に斜め方向に着磁していること。

【0015】(2)(1)において、磁気抵抗効果膜が、磁気抵抗効果膜に流れる電流の方向と、磁気抵抗効果膜の磁化方向とのなす角度によって抵抗が変化する異方性磁気抵抗効果膜であり、バイアス印加膜が反強磁性体膜からなり、このバイアス印加膜を、磁気抵抗効果膜の左右両端部に一対、及び磁気抵抗効果膜の上又は下に、それぞれ積層して配置していること。

【0016】(3)(2)において、磁気抵抗効果膜において、一対のバイアス印加膜によって仕切られて形成されている感磁部の幅が、 $2\mu\text{m}$ 未満であること。

【0017】(4)(1)において、磁気抵抗効果膜が、自由層膜／非磁性導体膜／固定層膜という構成を少なくとも一つは有し、自由層膜と固定層膜は強磁性体膜からなり、固定層膜の磁化方向は固定され、自由層膜の磁化方

$$\theta = \arctan(L/h \cdot \alpha \cdot \beta) \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 β は、

【0023】

$$\beta = (Bs_2 \cdot t_2) / (Bs_1 \cdot t_1) \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 L は左右に一対配置しているバイアス印加膜の間隔、 h は磁気抵抗効果膜の高さ、 α は磁界に及ぼす形状因子であり、 $1 \leq \alpha \leq 3$ である。また、 Bs_1 、 t_1 は自由層膜の飽和磁束密度、膜厚を、また、 Bs_2 、 t_2 は固定層膜の飽和磁束密度、膜厚をそれぞれ示す。

【0024】(9)(4)又は(5)において、磁気抵抗効果膜が、固定層膜／非磁性導体膜／自由層膜／非磁性導体膜／固定層膜という構成を有すること。

【0025】(10)信号を磁氣的に記録する記録媒体と、記録媒体から漏洩する磁界の変化を再生信号に変換する磁気ヘッドとを備え、磁気ヘッドが、所定の大きさにパターンニングされた単層膜又は多層膜からなる磁気抵抗効果膜と、磁気抵抗効果膜に電氣的に接合する一対の電極と、磁気抵抗効果膜を磁気抵抗効果膜の幅方向に磁区制御するバイアス印加膜とを、少なくとも有している磁気抵抗効果型ヘッドである磁気記録再生装置において、磁気抵抗効果膜が、自由層膜／非磁性導体膜／固定層膜という構成を少なくとも一つは有し、自由層膜と固

向は磁界に対して回転し、自由層膜と固定層膜との各磁化方向のなす角度により抵抗が変化する多層膜であり、バイアス印加膜が反強磁性体膜からなり、このバイアス印加膜を自由層膜の左右両端部に一対、磁気抵抗効果膜の上又は下に積層して配置していること。

【0018】(5)(1)において、磁気抵抗効果膜が、自由層膜／非磁性導体膜／固定層膜という構成を少なくとも一つは有し、自由層膜と固定層膜は強磁性体膜からなり、固定層膜の磁化方向は固定され、自由層膜の磁化方向は磁界に対して回転し、自由層膜と固定層膜との各磁化方向のなす角度により抵抗が変化する多層膜であり、バイアス印加膜が永久磁石膜、又は反強磁性体膜と強磁性体膜との積層膜からなり、このバイアス印加膜を磁気抵抗効果膜に隣接するように、左右に一対配置していること。

【0019】(6)(5)において、バイアス印加膜の高さが、磁気抵抗効果膜とほぼ同一の高さを有していること。

【0020】(7)(5)において、バイアス印加膜における、磁気抵抗効果膜に最も近接している個所の高さが、磁気抵抗効果膜とほぼ同一の高さを有していること。

【0021】(8)(4)又は(5)において、バイアス印加膜における磁化の方向、又は磁氣的な異方性の方向が、磁気抵抗効果膜の幅方向に対して、下記の式を満たす θ 度、又は $\theta + 90$ 度、 $\theta + 180$ 度、若しくは $\theta + 270$ 度であること。

【0022】

【数3】

【数4】

定層膜は強磁性体膜からなり、固定層膜の磁化方向は固定され、自由層膜の磁化方向は磁界に対して回転し、自由層膜と固定層膜との各磁化方向のなす角度により抵抗が変化する多層膜であり、永久磁石膜、又は反強磁性体膜と強磁性体膜との積層膜からなり、磁気抵抗効果膜に隣接するように、左右に一対配置しているバイアス印加膜である第1のバイアス印加膜と、永久磁石膜、又は反強磁性体膜と強磁性体膜との積層膜からなり、磁化方向、又は磁氣的な異方性の方向が、少なくとも磁気抵抗効果膜の高さ方向成分を持ち、磁気抵抗効果膜の上又は下に積層して配置しているバイアス印加膜である第2のバイアス印加膜とを有すること。

【0026】(11)(10)において、第2のバイアス印加膜の高さを、磁気抵抗効果膜の高さにほぼ等しくし、第2のバイアス印加膜の幅を、磁気抵抗効果膜の幅の約2倍以上に広くしていること。

【0027】(12)(10)において、第1のバイアス印加膜における 磁気抵抗効果膜に最近接している部分の

高さを、磁気抵抗効果膜の高さにほぼ等しくしていること。

【0028】

【作用】本発明では、バイアス印加膜の磁化方向、又は磁気的な異方性の方向が、MR膜幅方向とMR膜高さ方向の二成分を持つように、バイアス印加膜に斜め方向に着磁する。したがって、MR膜幅方向にバイアス磁界を印加して磁区制御をする働きと、MR膜高さ方向にバイアス磁界を印加する働きとの二つを、同時に一つのバイアス印加膜で行うことができる。すなわち、斜め方向に着磁されたバイアス印加膜のMR膜幅方向成分で、MR幅方向にバイアス磁界を印加して、磁区を制御することができ、それと同時に、MR膜高さ方向成分で、MR膜高さ方向にバイアスを印加することができる。

【0029】AMRヘッドでは、反強磁性体膜からなるバイアス印加膜の磁気的な異方性の方向が、従来では、「従来の技術」の項で説明したように、MR膜幅方向を向いている。したがって、MR膜の左右両端部に積層された固定部である一対のバイアス印加膜によって仕切られた、積層物を有していない感磁部の幅が小さい場合、すなわち、この幅が $2\mu\text{m}$ 未満の場合には、バイアス印加膜の影響を強く受ける。そのため、本来、MR膜高さ方向のバイアスを受けて、斜め方向に向いていた感磁部の磁化の方向が、MR膜幅方向に向けられてしまう。すなわち、MR膜高さ方向のバイアスが不足する。

【0030】したがって、本発明では、これを補うため、反強磁性体膜からなるバイアス印加膜を、MR膜の左右両端に積層配置し、斜め方向に着磁した。すなわち、新たなバイアス印加膜を形成することによって、MR膜高さ方向のバイアス磁界を制御することが容易となった。

【0031】なお、このように斜め方向に着磁する方法は、よく知られているように、バイアス印加膜が永久磁石膜の場合は、所望の方向に十分に強い磁界を加えればよく、また、バイアス印加膜が反強磁性体膜を含む場合は、十分に高温に加熱した状態で、所望の方向に十分に強い磁界を加え、この磁界中で冷却すればよい。したがって、このような簡単な手段によって、新たなバイアス印加膜を形成することができる。

【0032】一般に、強磁性体膜のMR膜と反強磁性体膜とを積層すると交換結合し、結果として積層された反強磁性体膜の近くのMR膜の磁化は、反強磁性体膜とほぼ同じ方向を向く。したがって、感磁部の幅が狭い場合は、感磁部の磁化方向は固定部の磁化に拘束され、固定部の磁化方向に近くなるので、反強磁性体膜からなるバイアス印加膜を斜め方向に着磁したときは、感磁部の磁化方向は斜めに向けられる。

$$Bs_1 \cdot t_1 \cdot \cos \theta_1 = Bs_2 \cdot t_2 \cdot \cos \theta_2 \quad \cdots \cdots (3)$$

$$Bs_1 \cdot t_1 \cdot \sin \theta_1 = -Bs_3 \cdot t_3 \cdot \sin \theta_3 \cdot L/h \cdot \alpha \quad \cdots \cdots (4)$$

ここに、 Bs_1 、 t_1 、 θ_1 はバイアス印加膜の、また、

【0033】このように、AMRヘッドでは、斜め方向に着磁されたバイアス印加膜のMR幅方向成分で、MR幅方向にバイアス磁界が印加されて、磁区制御が行われ、また、MR膜高さ方向成分で、MR膜高さ方向にバイアス磁界が印加されるように作用する。

【0034】一方、SVヘッドでは、反強磁性体膜からなるバイアス印加膜を、自由層膜の左右両端部に積層配置することによって、自由層膜と反強磁性体膜とが交換結合する。したがって、バイアス印加膜を斜め方向に着磁することによって、前述したように、感磁部の磁化を斜め方向に向けることができる。すなわち、MR膜幅方向にバイアス磁界を印加し、磁区制御をしながら、前述の3種の磁界、すなわち電流の作る磁界、自由層膜と固定層膜との間の層間結合磁界、及び固定層膜から生じる反磁界の3種の磁界によるバイアス磁界とは異なる、新たなMR膜高さ方向のバイアス磁界を印加できるので、バイアス磁界を制御しやすい。

【0035】また、SVヘッドでは、バイアス印加膜を永久磁石膜、又は反強磁性体膜と強磁性体膜との積層膜とし、MR膜に隣接するように、左右に一対配置し、斜め方向に着磁するので、MR幅方向にバイアスを印加し、磁区制御をしながら、前述の3種の磁界によるバイアス磁界とは異なる、新たなMR膜高さ方向のバイアス磁界を印加することができる。

【0036】これは、例えば、前述の一対のバイアス印加膜を右斜め上方向に着磁した場合、それらのバイアス印加膜の間に位置するMR膜には、左斜め下方向の磁界が印加されるためである。すなわち、この左斜め下方向の磁界のうち、左方向成分であるMR膜幅方向成分がMR幅方向のバイアス磁界を印加して、磁区制御をする磁界として、また、下方向成分であるMR高さ成分が新たなMR膜高さ方向のバイアス磁界として作用することによる。

【0037】また、この場合、バイアス印加膜におけるMR膜に最も近接している個所の高さを、MR膜の高さにほぼ等しくするので、MR膜高さ方向のバイアス磁界は、より高くなるので、効果的である。

【0038】バイアス印加膜の飽和磁束密度や膜厚、及び着磁する方向は、外部磁界によって磁化方向が回転する自由層膜が、うまく磁区制御され、所望のMR膜高さ方向のバイアス磁界が得られるように設定する。すなわち、着磁する方向は、MR膜幅方向とMR膜高さ方向との磁荷の釣合いから、下記の式(3)及び式(4)を満足するように設定する。

【0039】

【数5】

Bs_2 、 t_2 、 θ_2 は自由層膜の、また、 Bs_3 、 t_3 、 θ_3 は

固定層膜の、それぞれ飽和磁束密度、膜厚、磁化方向とMR幅方向とのなす角度である。Lは二つのバイアス印加膜の間隔であり、hはMR膜の高さである。 α は磁界に及ぼす形状補正因子で、実験的に求まるものであり、1～3が望ましいことを、本発明者は見出している。

【0040】また、SVヘッドの場合、動作点では、自由層膜の磁化方向と、電流方向とのなす角度 θ_2 は0度付近が、また、固定層膜の磁化の電流方向となす角度 $\theta_1 = \arctan(L/h \cdot \alpha \cdot \beta)$

ただし、

【0042】

$$\beta = -(B_{S3} \cdot t_3) / (B_{S2} \cdot t_2)$$

すなわち、式(5)及び式(6)から、バイアス印加膜の望ましい着磁方向 θ_1 を求めることができる。

【0043】また、SVヘッドの場合、前述のバイアス印加膜(以後、このバイアス印加膜を第1のバイアス印加膜と称する。)に加えて、永久磁石膜、又は反強磁性体膜と強磁性体膜との積層膜からなり、その磁化方向、又は磁気的な異方性の方向が、少なくともMR高さ方向成分を有し、そのMR高さ成分方向が第1のバイアス印加膜の磁化方向、又は磁気的な異方性の方向における、MR高さ成分方向と等しくなるように着磁したバイアス印加膜(以後、このバイアス印加膜を第2のバイアス印加膜と称する。)を、前記MR膜の上又は下に積層して配置している。

【0044】すなわち、第1のバイアス印加膜の作るMR膜高さ方向のバイアス磁界に、第2のバイアス印加膜の作るMR膜高さ方向のバイアス磁界が足し合わされるので、MR膜高さ方向のバイアス磁界を高くすることが可能となる。

【0045】また、第1のバイアス印加膜と第2のバイアス印加膜との各高さを、ほぼ等しくするので、バイアス印加膜の作るMR膜高さ方向のバイアス磁界は、より高くなり、より大きな効果が得られる。

【0046】なお、第2のバイアス印加膜の磁化の方向、又は磁気的な異方性の方向が、MR膜幅方向成分を持っている場合、第1のバイアス印加膜の作るMR膜幅方向のバイアス磁界を減らしてしまうことがある。しかし、本発明では、第2のバイアス印加膜の幅を、MR膜の幅の約2倍以上に広くしているので、その影響がMR膜に及ぶことは少ない。

【0047】

【実施例】本発明の第1実施例を、図1を用いて説明する。本実施例はAMRヘッドを実施の対象にした場合であり、図1は本実施例のAMRヘッドの斜視図である。

【0048】1はNiFe系の合金からなるMR膜を示している。MR膜1は、所定の膜幅及び膜高さにパターンニングされており、MR膜1により、記録媒体の発生する磁界が電圧、すなわち出力信号に変換されるようになっている。

3は90度付近が、それぞれ望ましいことが、前述の「フィジカル レビュー レターズ」に開示されている。したがって、上述の式(3)及び式(4)において、 $\theta_2 = 0$ 度、 $\theta_3 = 90$ 度と置くことにより、式(5)を導くことができる。

【0041】

【数6】

.....(5)

【数7】

.....(6)

【0049】2はNiFe系の合金からなる、MR膜高さ方向のバイアス印加膜を示しており、MR膜高さ方向のバイアス印加膜2の作るバイアス磁界によって、MR膜1がMR膜高さ方向にバイアスされるようになっている。3は、MR膜1と、MR膜高さ方向のバイアス印加膜2とが交換結合しないように置かれた非磁性導体からなるスペーサを示している。

【0050】4は、FeMn系合金の反強磁性体膜からなるバイアス印加膜、すなわちMR膜幅方向にバイアス磁界を印加して、磁区を制御する膜であり、MR膜1の両端部に一對を積層配置している。なお、バイアス印加膜4の材料として、NiMn系合金又はCrMn系合金などの反強磁性体膜を使用することもできる。また、MR膜1における、一對のバイアス印加膜4の間には、感磁部5を有している。

【0051】すなわち、MR膜1、MR膜高さ方向のバイアス印加膜2、及び非磁性導体からなるスペーサ3とも、同じ大きさの直方体状を示しており、MR膜1の両端部に、一對のバイアス印加膜4をそれぞれ接触させ、かつ、MR膜1におけるバイアス印加膜4の位置とは反対側において、MR膜1に、順次、非磁性導体からなるスペーサ3、及びMR膜高さ方向のバイアス印加膜2を積み重ねた状態にしている。

【0052】本実施例では、バイアス印加膜4の磁気的な異方性の方向6は、MR膜幅方向とMR膜高さ方向の二成分を持つように、右斜め上方向に向かせている。また、感磁部5の幅を、1.5 μ mにとっている。更に、バイアス印加膜4は、MR膜1に電気的に接合する一對の電極の役割も有している。

【0053】本実施例では、バイアス印加膜4が斜め方向に着磁されるため、MR膜1はMR膜幅方向に磁区制御されるとともに、MR膜高さ方向のバイアス磁界を受けるようになった。したがって、感磁部5の幅が小さく、2 μ m未満の場合であっても、MR膜高さ方向のバイアス磁界が適正に保たれるようになった。この結果、再生信号を高くすることができ、高記録密度に適した磁気記録再生装置を得ることができた。

【0054】本発明の第2実施例を、図2を用いて説明

する。本実施例はSVヘッドを実施の対象にした場合であり、図2は本実施例のSVヘッドの斜視図である。

【0055】7は、NiFe系の合金膜からなる単層膜状の自由層膜である。なお、自由層膜7として、NiFe系の合金膜とCo膜との積層膜を使用することもできる。

【0056】8は、NiFe系の合金膜からなる単層膜状の固定層膜である。なお、固定層膜8として、NiFe系の合金膜とCo膜との積層膜を使用することもできる。固定層膜8は、FeMn系合金の反強磁性体で形成された交換膜10によって、MR高さ方向の磁化を持つように、磁化の方向が固定されるようにした。なお、交換膜10として、NiMn系合金やCrMn系合金、NiOなどの反強磁性体を使用することもできる。

【0057】9は、自由層膜7と固定層膜8との間に積層された、SV効果を示す非磁性導体膜であり、本実施例では、非磁性導体膜としてCu膜を使用した。なお、Cu膜のほかに、Au膜又はAg膜などを使用することもできる。

【0058】また、自由層膜7、固定層膜8及び非磁性導体膜9の3層によってSV効果が生じるので、これらの3層を合わせたものをSV層11と称することにする。SV層11は、所定のMR膜幅及びMR膜高さにパターンニングされており、SV層11により、記録媒体の発生する磁界が、電圧すなわち出力信号に変換されるようになっている。

【0059】4は、第1実施例の場合と同じバイアス印加膜であり、本実施例では、一対のバイアス印加膜4を、自由層膜7の両端部に積層配置している。バイアス印加膜4の磁気的な異方性の方向6は、第1実施例の場合と同様に、MR幅方向とMR高さ方向との二成分を持つように、右斜め上方向に向かせている。また、バイアス印加膜4は、SV層11に電氣的に接合する一対の電極の役割も有している。

【0060】本実施例では、バイアス印加膜4は、斜め方向に着磁されているため、自由層膜7はMR膜幅方向に磁区制御されるとともに、MR膜高さ方向のバイアス磁界を受ける。したがって、MR膜高さ方向のバイアス磁界を決定する従来の3種の磁界、すなわち電流の作る磁界、自由層膜7と固定層膜8との間に働く強磁性的な結合による磁界、及び固定層膜8から生じる反磁界に、MR膜高さ方向のバイアス磁界を加えた4種の磁界のバランスで決めることが可能になる。

【0061】したがって、バイアス磁界の最適化、すなわち自由層膜7の磁化方向をMR膜幅方向に、簡単に向けることができるようになった。この結果、再生信号を高くすることが可能となり、高記録密度に適した磁気記録再生装置を得ることができた。なお、SVヘッドはAMRヘッドに比べて高い出力が得られるため、本実施例で得られた装置のほうが、第1実施例で得られた装置に比べて、高記録密度に適している。

【0062】本発明の第3実施例を、図3を用いて説明する。本実施例は、第2実施例と同様にSVヘッドを実施の対象にしており、図3は本実施例のSVヘッドの斜視図である。

【0063】自由層膜7、固定層膜8及び非磁性導体膜9からなるSV層11、並びに交換膜10の構成材料及び機能については、第2実施例の場合と同じである。

【0064】12は、CoPt系合金の永久磁石膜からなるバイアス印加膜で、MR膜幅方向のバイアス磁界を印加し、磁区制御をするものである。なお、バイアス印加膜12として、CoCr系合金又はCoCrPt系合金などの永久磁石膜を使用することもできる。バイアス印加膜12は、SV層11に隣接して、左右に一対配置している。また、バイアス印加膜12は、NiFe系の合金膜と、FeMn系合金やNiMn系合金、CrMn系合金、NiOのような反強磁性体膜とを積層させたものに置き換えても同様の効果を得ることができる。

【0065】本実施例では、バイアス印加膜12の活用が、できるだけ効果的であるように、バイアス印加膜12の高さをSV層11の高さに等しくした。バイアス印加膜12の磁化の方向13は、右斜め上方向に向かせてあり、MR幅方向とMR膜高さ方向の二成分を持たせている。また、バイアス印加膜12は、SV層11に電氣的に接合する一対の電極の役割も有している。

【0066】なお、本実施例では、磁化の方向13は、右斜め上方向に向かせてあるが、この方向が、右斜め下方向、左斜め上方向又は左斜め下方向であっても、右斜め上方向の場合と同様の効果を得ることができる。

【0067】本実施例では、バイアス印加膜12が斜めに着磁されているため、SV層11はMR膜幅方向に磁区制御されるとともに、MR膜高さ方向のバイアス磁界を受ける。したがって、前述の従来の3種の磁界に、上述のバイアス磁界を加えた4種の磁界のバランスで、MR高さ方向のバイアス磁界の決定を可能にしている。したがって、バイアス磁界の最適化が簡単になり、再生信号を高くすることができ、高記録密度に適した磁気記録再生装置を得ることができた。

【0068】なお、本実施例のSVヘッドでは、SV層11は感磁部5にのみ存在する。第2実施例のSVヘッドでは、SV層は感磁部の両側にも存在したため、隣接トラックの信号などの雑音を若干、再生するので出力雑音比が劣った。すなわち、本実施例の装置のほうが第2実施例の装置に比べて、高記録密度に適している。

【0069】本実施例におけるバイアス印加膜の着磁角度に対するバイアス磁界の依存性を、図4に示す。着磁角度が大きくなるにつれてバイアス磁界も大きくなる傾向にあるが、バイアス磁界は、0エルステッドであることが望ましい。したがって、着磁角度の最適値は55度付近となる。このように、バイアス印加膜の着磁角度を変えることによって、バイアス磁界の最適化を図ること

が可能となる。

【0070】本発明の第4実施例を、図5を用いて説明する。本実施例もSVヘッドを実施の対象にしており、図5は、本実施例のSVヘッドの斜視図である。

【0071】自由層膜7、固定層膜8及び非磁性導体膜9からなるSV層11、並びに交換膜10の構成材料及び機能については、第2実施例及び第3実施例の各場合と同じであり、それらの詳細は、第2実施例で説明した。また、バイアス印加膜12の構成材料及び機能については、第3実施例の場合と同じである。

【0072】本実施例は、第3実施例のように構成されたSVヘッドにおいて、バイアス印加膜12と同じ膜からなるバイアス印加膜14をSV層11に積層させた場合である。

【0073】バイアス印加膜14は、第3実施例で説明したバイアス印加膜12のように、NiFe系の合金膜と、FeMn系合金やNiMn系合金、CrMn系合金、NiOのような反強磁性体膜とを積層させたものに置き換えても同様の効果を得ることができる。また、また、バイアス印加膜12とバイアス印加膜14とが同一材料でなくとも、同様の効果を得ることができる。

【0074】本実施例では、バイアス印加膜12及びバイアス印加膜14の活用が、できるだけ効果的であるように、それらの高さを、いずれもSV層11の高さに等しくした。すなわち、バイアス印加膜の高さをMR膜の高さとほぼ等しくすることによって、より大きいバイアス磁界がMR膜に印加できるようにした。

【0075】更に、バイアス印加膜12の磁区制御効果を損なわないため、バイアス印加膜14の幅を、SV層11の幅の3倍程度にした。バイアス印加膜12及びバイアス印加膜14の磁化の方向は、本実施例では右斜め上方向に向かせてあり、MR膜幅方向とMR膜高さ方向の二成分を持たせている。また、バイアス印加膜12は、SV層11に電氣的に接合する一対の電極の役割も有している。

【0076】本実施例では、バイアス印加膜12が斜め方向に着磁されているため、SV層11はMR膜幅方向

に磁区制御されるとともに、MR膜高さ方向のバイアス磁界を受ける。また、バイアス印加膜14も斜めに着磁されているため、それらのバイアス磁界の合成により、SV層11は、より大きなMR膜高さ方向のバイアス磁界を受ける。したがって、バイアス磁界を比較的広い範囲で変化させることができる。そのため、バイアス磁界の最適化が、第3実施例の方法で困難な場合には、製造工程が多くなる欠点はあるが、本実施例の方法を適用してバイアス磁界の最適化を図ることができる。

【0077】

【発明の効果】本発明によれば、バイアス印加膜における磁化の方向、又は磁気的な異方性の方向が、MR膜幅方向とMR膜高さ方向の二成分を持つように斜め方向に着磁することにより、MR膜幅方向のバイアス印加による磁区制御と、MR高さ方向のバイアス適正化とを同時に行うことができる。この結果、製造しやすく出力の高いMRヘッドを備えた、高記録密度に適した磁気記録再生装置を提供することが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例のAMRヘッドの斜視図である。

【図2】本発明の第2実施例のSVヘッドの斜視図である。

【図3】本発明の第3実施例のSVヘッドの斜視図である。

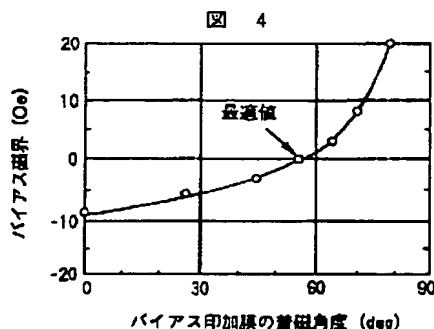
【図4】図3のSVヘッドにおけるバイアス磁界とバイアス印加膜の着磁角度との関係線図である。

【図5】本発明第4実施例のSVヘッドの斜視図である。

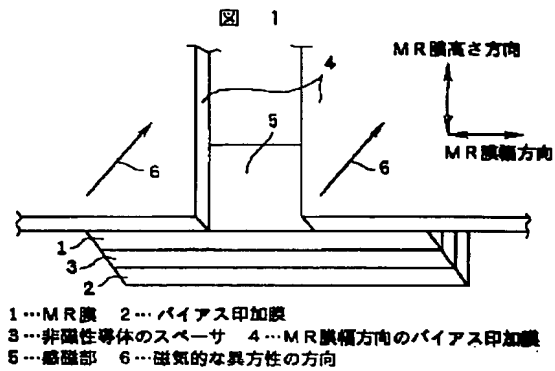
【符号の説明】

1…MR膜、2…MR膜高さ方向のバイアス印加膜、3…非磁性導体のスペーサ、4…バイアス印加膜、5…感磁部、6…磁気的な異方性の方向、7…自由層膜、8…固定層膜、9…非磁性導体膜、10…交換膜、11…SV層、12、14…バイアス印加膜、13…磁化の方向。

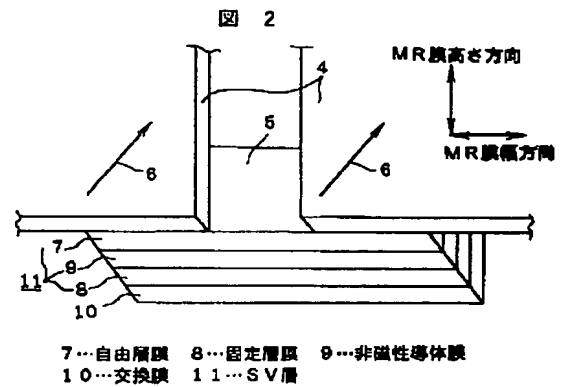
【図4】



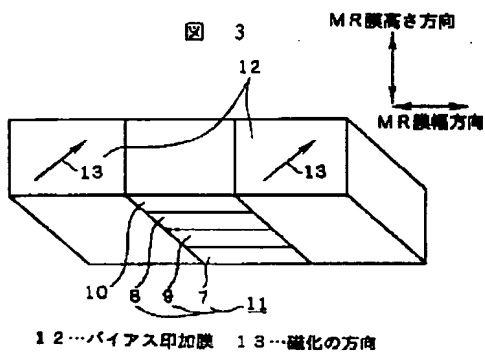
【図1】



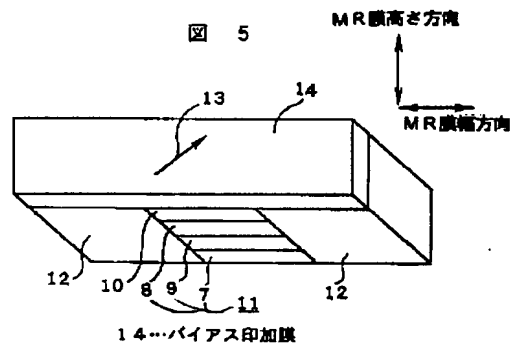
【図2】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 相原 誠
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内